



# POSGRADOS

## MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

RPC-SO-37-No.696-2017

OPCIÓN DE  
TITULACIÓN:

ARTÍCULO PROFESIONAL DE ALTO NIVEL

TEMA:

ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA FABRICACIÓN  
DE BLOQUES DE Balsa A TRAVÉS DE LA GESTIÓN  
DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES DE PROCESO  
EN EL ECUADOR

AUTOR:

DANIEL GUILLERMO ABRIL ZAPATA

DIRECTOR:

JORGE BULGANIN NOBOA MORALES

QUITO - ECUADOR  
2020

***Autor:***



***Daniel Guillermo Abril Zapata.***

Ingeniero Químico  
Candidato a Magíster en Administración de Empresas  
Universidad Politécnica Salesiana – Sede Quito.  
dahamedapril21@hotmail.com

***Dirigido por:***



***Jorge Bulganin Noboa Morales***

Matemático  
Máster en Ciencias Físicas y Matemáticas  
jnoboam@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

©2020 Universidad Politécnica Salesiana.

QUITO – ECUADOR – SUDAMÉRICA

ABRIL ZAPATA DANIEL G.

***ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA FABRICACIÓN DE BLOQUES DE Balsa A TRAVÉS DE LA GESTIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES DE PROCESO EN EL ECUADOR***

# Análisis de la productividad en la fabricación de bloques de balsa a través de la gestión de las condiciones ambientales de proceso en el Ecuador

---

Analysis of productivity in the manufacture of balsa blocks through the management of environmental process conditions in Ecuador.

**Daniel Abril Zapata** Ingeniero Químico, Maestrando de la Universidad Politécnica Salesiana (Ecuador). (dabrilz@est.ups.edu.ec)

## Resumen

---

El presente estudio investiga cuáles son las condiciones ambientales de las empresas que fabrican bloques de balsa en el Ecuador en las provincias de Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos y Guayas. Identifica el porcentaje de empresas con un mecanismo de gestión de las condiciones ambientales, reconoce que mecanismos son usados y cuáles son los indicadores de productividad establecidos. Con esto se determina cual es la influencia de las condiciones ambientales sobre la productividad de las empresas balseras. Los beneficiarios de esta investigación serán las empresas balseras en el Ecuador y el beneficio propuesto es incrementar su productividad bajo la gestión de condiciones ambientales. El objetivo principal de este estudio se propone al analizar la influencia de la gestión de las condiciones ambientales en la productividad de las empresas que fabrican bloques de balsa en el Ecuador. Se trata de una investigación cuantitativa no experimental transeccional basada en métodos de investigación inferencial, analógica, comparativa y estadística. Para ellos se encuestan más del 50% de las empresas identificadas en las tres provincias propuestas para el estudio. El principal resultado al realizar la prueba estadística de relación entre todas las variables estudiadas es una significancia menor a 0.05 de lo que se concluye que existe una relación entre las variables productividad y condiciones ambientales bajo el criterio de los indicadores tiempo de prensa y los ciclos de prensado por turno.

## Abstract

---

The present study investigates which are the environmental conditions of the companies that manufacture raft blocks in Ecuador in the provinces of Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos and Guayas. Identifies the percentage of companies with a mechanism for managing environmental conditions, recognizes which mechanisms are used and which are the established indicators of productivity. This determines the influence of environmental conditions on the productivity of ferry companies. The beneficiaries of this research will be the ferry companies in Ecuador and the proposed benefit is to increase their productivity under the management of environmental conditions. The main objective of this study is proposed by analyzing the influence of the environmental condition's management on the productivity of companies that manufacture raft blocks in Ecuador. It is a quantitative non-experimental transectional research based on inferential, analog, comparative and statistical research methods. For them, more than 50% of the companies identified in the three provinces proposed for the study are surveyed. The main result when performing the statistical test of the relationship between all the variables studied is a significance less than 0.05 of what is concluded that there is a relationship between the variables productivity and environmental conditions under the criteria of the press time indicators and the cycles of Pressed in turn.

## Palabras clave / Keywords

---

Madera de balsa, ubicación geográfica, condiciones ambientales, temperatura ambiental, humedad relativa, productividad.

*Balsa wood, geographic location, environmental conditions, environmental temperature, relative humidity, productivity.*

## **1. Introducción y estado de la cuestión**

A partir del año 2016 el sector de la transformación de la madera ha mostrado un incremento aunque leve pero sostenido de su participación en la economía ecuatoriana, para este año el aporte porcentual al PIB total fue de 2,72% (BCE, 2019). Para el siguiente año el comportamiento se mantiene con el aumento de 0,3% en su participación, lo que representa 2.868 millones de dólares (AIMA, 2018) de aporte al PIB total. En el año 2018 la tendencia no es diferente a los años anteriores creciendo de cerca de 53 millones de dólares en su aporte al PIB. Es conveniente mencionar que todos estos valores corresponden a cuatro marcos de la clasificación internacional industrial uniforme (CIIU): Silvicultura, Producción de madera, Fabricación de papel y Fabricación de muebles.

El crecimiento en las cifras del sector forestal está asociadas a una mayor demanda de los mercados extranjeros. En el periodo 2017-2018 las exportaciones aumentan en alrededor 48 millones de dólares, esto representa una variación de +11,9%. Los productos que más se exportan son: balsa, tableros de partículas aglomeradas, papel-cartón y productos derivados. (AIMA, 2018).

Las exportaciones de balsa han ido en aumento a partir del año 2017, para el periodo 2016-2017 se presentó una fuerte disminución en las ventas al extranjero, esto representó casi un 17% de reducción. A pesar de esto, en el siguiente periodo se recuperó y sobrepasó la dura caída incrementando las ventas aproximadamente en un 23%.

En el año 2018 los países más importantes de destino para exportación de balsa bajo la subpartida arancelaria 4407.22.00.00 "Virola, imbuia y balsa, cortadas o desenrolladas, de espesor > 6 mm (exc. cepilladas, lijadas o unidas por los extremos)" son: China, Estados Unidos de América, Dinamarca, Polonia, Lituania, Francia y España (ITC, 2019). Los continentes asiáticos y europeos muestran una creciente demanda de esta madera debido a su apuesta por el uso de energías renovables (Vera, 2018).

El Ecuador aporta con aproximadamente el 90% de la producción mundial de balsa (Loayza, 2017). Existen más de 40 empresas que destinan sus actividades a la exportación de balsa según los registros del Banco Central del Ecuador (Martínez & Almeida, 2017). En el Ecuador se cultiva de manera natural y por reforestación la mejor balsa del mundo (Gonzalez, Cervantes, Torres, Sánchez, & Simba, 2010), cuenta con más de 20.000 hectáreas de terrenos con balsa entre bosques reforestados y naturales. Las provincias de mayor producción son: Guayas, Los Ríos, El Oro y Pichincha (Loayza, 2017). La industria del procesamiento de balsa es una de las más antiguas del país, tiene más de 60 años formando parte del sector productivo, en donde se produce principalmente bloques encolados, paneles (tableros) y madera cepillada de diferentes dimensiones (Vásquez, 2004)

La balsa tiene varias aplicaciones en el mundo, las más generales son: aislamiento físico, productos de flotación, modelaje, artesanías, pulpas-papel, componentes aéreos y componentes de molinos (Loayza, 2017). También se usa mucho en la fabricación de: aviones, barcos, cascos, cubiertas de lanchas a motor de gran velocidad (Jiménez Romero et al., 2017). De las aplicaciones antes mencionadas existe una que posiblemente abarque el mayor volumen de

consumo de las exportaciones del Ecuador al mundo y esta es la generación de energías renovables. Durante estas tres últimas décadas el mundo entero se ha visto abocado a trabajar en la reducción y mitigación del calentamiento global que está basado en el incremento de CO<sub>2</sub> atmosférico por el consumo de combustibles fósiles (Caballero, Lozano, & Ortega, 2007). Una de las propuestas aceptadas por la mayoría de los países industrializados para el reemplazo parcial de combustibles fósiles es la generación de energía eólica.

Para el año 2017 la potencia eólica instalada en el mundo supera los 539 GigaWatts luego de un incremento en alrededor del 9% en comparación con el año 2016. Los principales países productores del mundo son: China, Estados Unidos, Alemania, India y España. La evolución de la potencia instalada en el mundo ha cambiado de forma que para el 2001 era de 23900 MegaWatts, para el 2017 esta cifra es de 539123 MegaWatts, en tan solo 17 años la potencia eólica en el mundo creció casi 23 veces (Abril, 2018).

De acuerdo con las cifras y la tasa de crecimiento en la potencia eólica mundial anual la demanda y exportación de madera de balsa seguirá en aumento, esto quiere decir que las empresas balseras en el Ecuador deben tener la capacidad para atender esta necesidad mundial. Para cubrir dicha necesidad existen dos caminos: realizar inversiones a nivel operacional para el incremento de la capacidad instalada de las plantas industriales y la segunda opción es la mejora de los procesos con un enfoque en el incremento de la productividad.

Según (Prokopenko & Internacional, 1989) los principales factores que deben ser el objeto de interés de los responsables en las empresas de la mejora de la productividad son: el puesto de trabajo, los recursos y el medio ambiente. El factor medio ambiente es un factor interno de la productividad de la empresa que no resulta muy fácil de cambiar por lo tanto también se consideraría como un factor duro.

Una parte que compone el factor medio ambiente en la industria de procesamiento de balsa se denomina como “condiciones ambientales”, las cuales también forman parte de un conjunto de variables de proceso productivo en la industria. Otras variables de proceso que también tienen influencia en los procesos relacionados con la fabricación de bloques son: la ubicación geográfica, humedad de la madera, estado de la maquinaria, propiedades físicas de la madera, cantidad y tipo de adhesivo, tecnología de aplicación entre otras. La madera está expuesta a las condiciones ambientales como lo señala Pérez-Peña, Valenzuela, Díaz-vaz, Ananías (2011) (Pérez-Peña, Valenzuela, Díaz-vaz, & Ananías, 2011) en donde la humedad del ambiente modifica la humedad de la madera y esto incide en el proceso de encolado y prensado del bloque de balsa.

En el proceso de mejora e incremento de la productividad todas las variables antes mencionadas son susceptibles de medida, registro, tratamiento y control; sin embargo, existe un gran porcentaje de empresas balseras que no consideran las condiciones ambientales como una variable susceptible de gestión, su relación sobre la productividad y mucho menos toman en cuenta los posibles beneficios económicos cuando hay un manejo de estas.

En el presente estudio se investiga de manera general las ubicaciones a nivel de provincias de las empresas balseras en el Ecuador, se analiza las condiciones ambientales de las provincias de mayor concentración en empresas bajo la información levantada por el INAMHI, también se muestran observaciones hechas de condiciones ambientales en las mismas provincias. Se investigan cuales son las formas de gestión de las condiciones ambientales en las empresas que lo hacen y cuáles son los indicadores de productividad que en general se usan en el sector productivo.

Se lleva a cabo la investigación con el fin de determinar cómo influyen las condiciones ambientales en la productividad de las empresas balseras en el Ecuador. También se realiza este estudio para determinar la influencia de la ubicación geográfica en la productividad de estas empresas e identificar las formas de gestión de las condiciones ambientales y al final comparar la productividad entre las empresas que gestionan las condiciones ambientales de las que no (*ceteris paribus*).

Con esta investigación se beneficiarán todas las empresas balseras del Ecuador en donde no se gestionan las condiciones ambientales para los procesos productivos. Esta investigación contiene información que puede servir como sustento teórico para el cambio en los procesos de producción de madera de balsa. También es aplicable al resto de empresas de fabricación en donde parte de sus materias primas son madera sean estas de cualquier especie, en cualquier proceso productivo y que estén asociados a trabajar bajo la influencia de las condiciones ambientales. Los beneficios a nivel empresa se enfocan en la mejora de la productividad a través de la gestión de las condiciones ambientales y en la relación que existe entre las condiciones ambientales como la temperatura ambiental y la humedad relativa y la productividad.

Con la investigación de los temas antes mencionados se aspira mostrar el incremento en la productividad de las empresas dedicadas a la fabricación de bloques de balsa producto de identificar las condiciones ambientales como una variable de proceso y tener implementado un sistema que gestione las mismas, todo esto enfocado en el proceso de encolado y prensado.

Para la fabricación de los productos de exportación de madera de balsa (madera, bloques y paneles) los procesos involucrados expresados en forma general son: recepción, armado, secado, pendulado, cepillado, corte, calificación, plantillado, encolado, prensado, laminado, dimensionado, acabado, embalado y despacho (Molina, 2014).

Algunos términos importantes para mencionar y así mejorar la comprensión del estudio son: las balseras son empresas dedicadas a la transformación de la madera de balsa en productos con valor agregado. Uno de los productos de valor agregado son los denominados bloques de balsa. Bloques de balsa es un conjunto de piezas de madera de balsa en forma de listones que al juntarse en filas y columnas dan como resultado un bloque de balsa. La madera de balsa al igual que otras maderas están sujetas a los principios básicos de unión entre piezas, esto se debe a las direcciones de la fibra de la madera, a la falta de disponibilidad por las dimensiones de la madera o la necesidad de encontrar una nueva apariencia a los productos de madera (Vignote & Martínez, 2006).

Al hablar de condiciones ambientales por lo general estas comprenden dos variables que son la temperatura ambiental y la humedad relativa o humedad ambiental; cada una de estas son variables que están relacionadas con la productividad del proceso productivo de fabricación de bloques de balsa.

Otro de los conceptos que vale la pena mencionar para una mejor comprensión es la madera verde que simplemente se trata de madera de balsa aserrada de los bosques que no ha pasado por un proceso de secado. Que tiene un contenido alto de humedad en su estructura. Finalmente hay un concepto para el manejo de la productividad en el proceso de esta investigación que es el BFT, siglas en inglés de pies tableros de madera de balsa. Se denomina 1 BFT al volumen de 1 pie de alto X 1 pie de ancho X 1 pulgada de profundidad de madera de balsa.

En este estudio la variable considerada como dependiente es la productividad que según Prokopenko & Internacional (1989) la productividad resulta de la relación de la cantidad de un sistema de producción o servicios versus los recursos disponibles para llegar a la consecución de ellos. También lo define como los resultados alcanzados y el tiempo que toma llegar a ellos. Vale la pena mencionar otras definiciones de la productividad como: la productividad habitualmente es una medida de la gestión o trabajo en las industrias, con esta medida uno puede comparar el desempeño de las actividades que se quieran medir; o que la productividad se puede usar como indicadores de gestión y puede verse desde distintos enfoques como puede ser el capital humano como lo señala Valencia, (1996) (Valencia, 1996) . También la productividad se puede medir a través de modelos tradicionales que estiman la productividad como el residuo de la función de producción Echavarría José (2006) (José, Angélica, & Fernanda, 2006). Y Finalmente la productividad en el proceso de transformación de la madera de balsa dependerá de algunas variables como: el tipo de madera, la densidad de la madera, de la humedad de la madera, del adhesivo, de la temperatura ambiental, de la humedad ambiental, entre otras.

Finalmente, el propósito del presente estudio se fundamenta en la importancia que tiene la industria balsera y sus productos en el Ecuador y su aporte a los proyectos asociados a la generación de energías limpias vigentes a nivel mundial. Otra de las razones para el desarrollo de esta investigación es la generación de conocimiento técnico y administrativo para este sector productivo con miras al desarrollo y generación de conocimiento del sector.

## **2. Materiales y métodos**

El enfoque de esta investigación es de carácter cuantitativo basado en la definición de ser un conjunto de procesos (Hernández, Fernandez, & Baptista, 2014). El estudio analiza las variables luego de su ocurrencia; por lo tanto, el diseño a usar es no experimental transeccional (Carrasco, 2013) descriptivo y correlacional por la delimitación del análisis en el tiempo en donde se describirán las características asociadas a la productividad y la gestión de las condiciones ambientales y el análisis de la relación entre ellas.

Se trabaja sobre la premisa de la influencia de la gestión de las condiciones ambientales en la productividad de las empresas balseras en el Ecuador y para esto la metodología usada es inferencial, analógica y comparativa.

El estudio está enfocado a representar al conjunto en promedio 40 empresas balseras en el Ecuador (Aristega & Castro, 2017). Para llevar a cabo el estudio se toma en cuenta muestras de las provincias más importantes y en donde se concentran la mayor parte de estas empresas, esto será en: Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos y Guayas. Al tratarse de una población de empresas muy reducida numéricamente hablando el tamaño de la muestra aceptado y representativo será de la mitad de la población o más (Carrasco, 2013). Finalmente, la recolección de información de fuentes primarias está orientada a los responsables del proceso de fabricación de bloques de balsa, los cargos de los responsables dependerán del tamaño de la empresa y de su organización interna.

El procedimiento de estudio se divide en tres etapas. En la primera etapa se obtiene la información estadística de las bases de datos en línea estatales y privadas de la existencia y ubicación de empresas fabricantes de bloques de balsa en el Ecuador, esto, previo a la búsqueda de información de la segunda etapa. Las fuentes de información para el desarrollo de esta etapa son: La Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros, Instituto Nacional de estadísticas y censos, Banco Central del Ecuador y la Asociación de Industriales de la Madera.

En la segunda etapa se recopilan datos estadísticos de las condiciones ambientales mediante observación in situ de las variables y sistematización de datos para el tamaño de muestra de empresas fabricantes de productos de balsa, los datos registrados involucran a las variables: condiciones ambientales e indicadores de productividad de las empresas balseras ubicadas en las tres provincias escogidas. En esta etapa también se identifica, obtiene y analiza las estadísticas de las bases de datos más recientes de las condiciones ambientales en las tres provincias usando los anuarios meteorológicos y la información en línea del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología – Ecuador. Se selecciona una red por provincia tomando en cuenta criterios como: representatividad de la ubicación geográfica de la provincia, disposición de información, operatividad de la red en los últimos 5 años y cercanía a las empresas de balsa, la razón de la selección se debe a que el INAMHI tiene varias redes de estaciones automáticas hidrometeorológicas distribuidas en todo en Ecuador de las que no todas tienen información disponible al público y también porque se evidencia que existen nuevas estaciones instaladas en estos últimos años.

Finalmente, en la tercera etapa se procede con el levantamiento de información a través de una encuesta, misma que está dirigida a los responsables del proceso productivo en las empresas balseras.

Para la generación de encuestas se usará la herramienta de Google drive para creación de formularios, a través de esta herramienta que es de uso gratuito se puede enviar vía mail las encuestas a las empresas fabricantes de bloques de balsa que serán parte del análisis. Para el análisis e interpretación



de la información se usará inicialmente el Google drive para consolidación de información junto con el programa de Microsoft Excel y luego para todos los análisis estadísticos se usará el software estadístico SPSS.

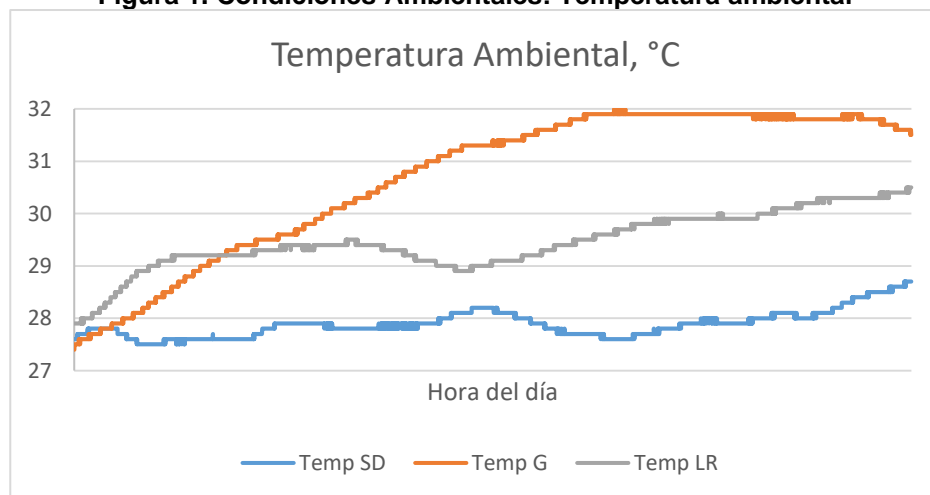
El análisis estadístico se lo hace en dos categorías: estadística descriptiva y estadística inferencial. Como primer paso se determina el nivel de confiabilidad o fiabilidad de la encuesta y la congruencia y correlación entre las variables se utilizará el modelo de consistencia interna alfa de Cronbach. Después, se genera la descripción de los puntos más relevantes de las variables investigadas, para terminar con la estimación de parámetros, correlación de variables y prueba de hipótesis a través de un análisis no paramétrico con *chi* cuadrada. Adicional a esto se realizará un comparativo entre las empresas que gestionan las condiciones ambientales y las que no, esto alrededor de los indicadores de productividad usados en el medio.

### 3. Análisis y Resultados

#### 3.1 Ubicación geográfica y condiciones ambientales

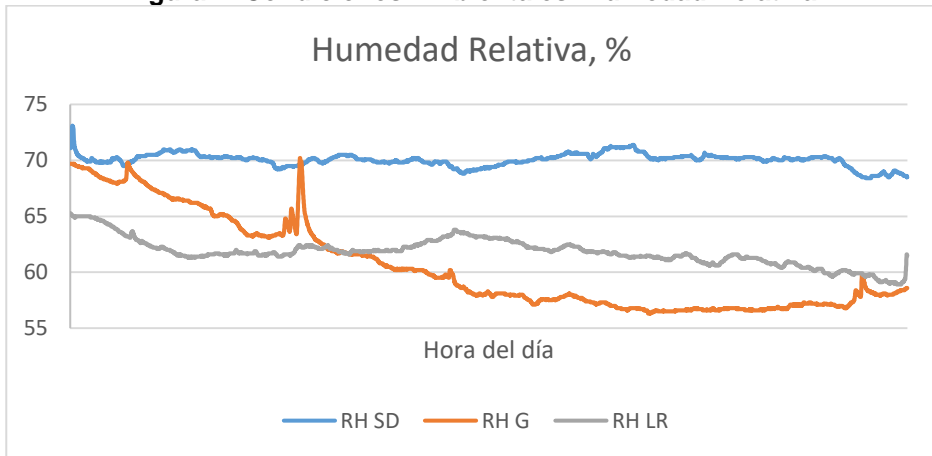
Las empresas que fabrican bloques de balsa en el Ecuador en su mayoría están ubicadas en las tres provincias del presente estudio: Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos y Guayas; sin embargo, existe una presencia que vale la pena mencionar de otras empresas en provincias aledañas como Esmeraldas y Manabí.

**Figura 1. Condiciones Ambientales: Temperatura ambiental**



De la figura 1 se observa que en la provincia del Guayas existe mayor temperatura ambiental que en la provincia de los Ríos y que en la provincia de Santo Domingo Respectivamente. Se observa que existe una diferencia de casi dos grados centígrados entre cada una de estas provincias.

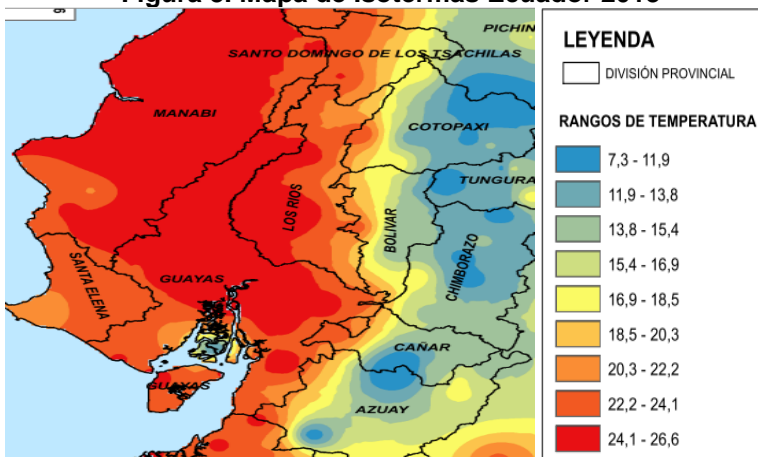
**Figura 2. Condiciones Ambientales: Humedad Relativa**



En la figura 2 podemos observar que la humedad relativa de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas es la mayor con un promedio de alrededor de 70%, mientras que en Los Ríos este promedio está alrededor de 62% y en la provincia de Guayas cerca de 60%.

Según datos del INAMHI en la versión más reciente de sus anuarios meteorológicos (INAMHI, 2017) en Ecuador tiene un rango de temperaturas ambientales que varían de norte a sur y de este a oeste, en este estudio interesa verificar como es la distribución para las provincias de Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos y Guayas.

**Figura 3. Mapa de Isotermas Ecuador 2013**

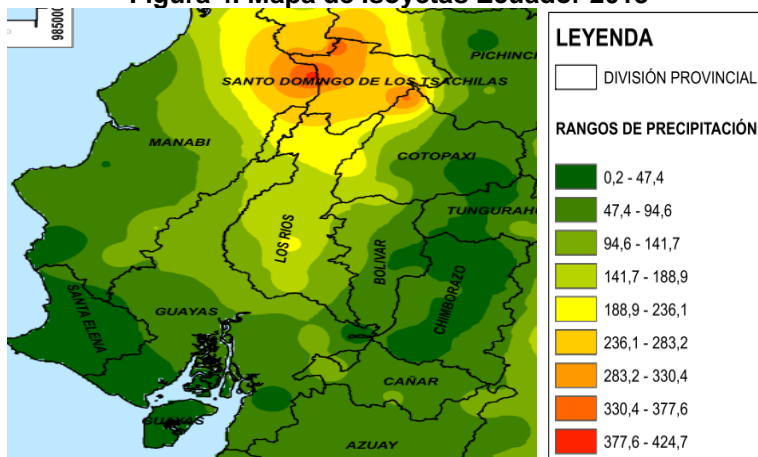


Como se puede observar en la figura 3 la mayor parte de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas se encuentra en un rango de temperatura

que va de 18.5 °C a 24.1 °C. En los Ríos se observa que la temperatura ambiental está en el rango de 20.3°C a 26.6 °C y en la provincia de Guayas la temperatura oscila entre 22.2°C y 26.6°C.

La variación de la humedad relativa de las provincias se puede estimar usando la figura 2 que muestra la variación de las precipitaciones en el Ecuador.

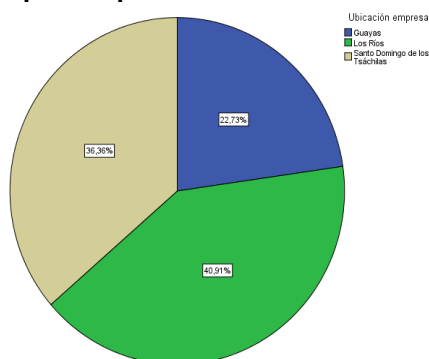
**Figura 4. Mapa de Isoyetas Ecuador 2013**



En esta figura 4 se observa que en la provincia del Guayas las precipitaciones se encuentran en los rangos más bajos, de 0.2 a 94,6 mm, mientras que en la provincia de los Ríos los rangos van desde 94,6 a 188,9 a diferencia de la provincia de Santo domingo de los Tsáchilas donde las precipitaciones van desde 236,1 hasta 377,6 mm.

De los resultados de la encuesta realizada a las empresas balseras se tiene la siguiente participación en las provincias analizadas:

**Figura 5. Participación porcentual de encuestados por provincia**



En la figura 5 se observa que las respuestas a la encuesta por provincia tienen una participación ligeramente homogénea, la provincia de Guayas aporta

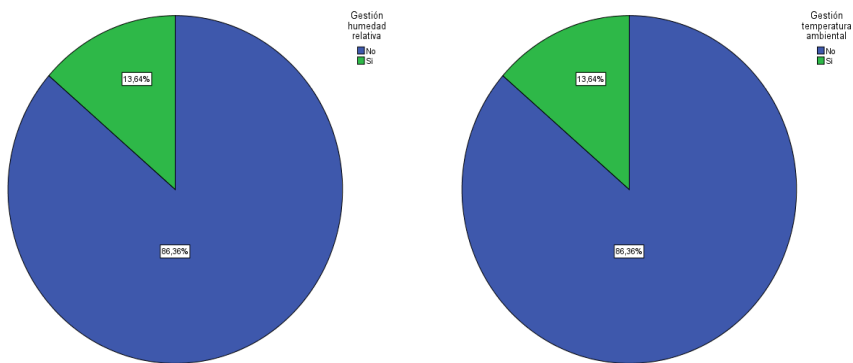
a los resultados con un 22.73%, la provincia de Los Ríos con un 40.91% y la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas con un 36.36%.

**3.2 Gestión de condiciones ambientales**

Con respecto a la gestión de las variables temperatura ambiental y humedad relativa en las empresas fabricantes de bloques de balsa tenemos:

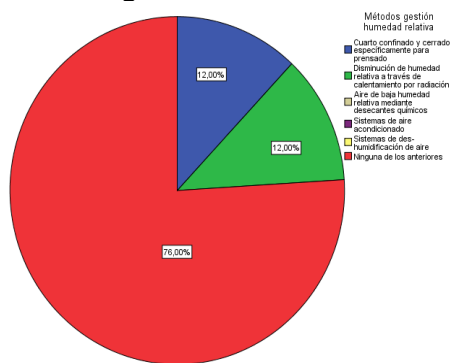
Para analizar cuantas empresas gestionan las condiciones en sus procesos de fabricación y las formas de gestión actualmente usadas por las empresas balseras se usa los datos de la encuesta aplicada a las personas responsables del proceso.

**Figura 6. Empresas que gestionan las condiciones ambientales**



La figura 6 muestra que de la muestra de empresa encuestadas el 13.64% gestionan sus variables ambientales, tanto para la temperatura ambiental como para la humedad relativa. El 86.36% de las empresas no realizan ningún tipo de gestión sobre estas variables.

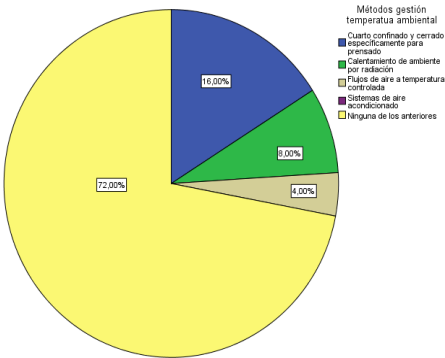
**Figura 7. Formas de gestión de la humedad relativa**



Las formas de gestión de la humedad relativa en las empresas se observan en la figura 7 y lo hacen a través de métodos como: el uso de un cuarto confinado y cerrado específicamente para el prensado y la disminución de la humedad del calentamiento por radiación. Es preciso mencionar que existen otras formas no usadas en estos procesos que modifican la humedad relativa como: el uso de sustancias químicas como desecantes, sistemas de aire acondicionado (Guamangallo, 2002) y sistemas de deshumidificación de aire (Cánova, 2015).

En cuanto a las formas de gestión de la temperatura ambiental se puede observar en la figura 8 que las que se usan en la actualidad son: cuarto confinado y cerrado específicamente para el prensado, calentamiento del ambiente por radiación y flujos de aire a temperatura controlada.

**Figura 8. Formas de gestión de la temperatura ambiental**



El levantamiento de información respecto a la variable productividad de las empresas de balsa, enfocado principalmente a los procesos de encolado y prensado muestran que los indicadores usados son dos: el primero asociado a la calidad de los bloques y el segundo asociado a la producción. En el indicador de calidad se mide el porcentaje de bloques que deben ser reprocesados por presencia de no conformidad con las especificaciones. El segundo indicador que se enfoca en la producción está compuesto por tres indicadores: 1. El tiempo de prensado promedio, medido en horas. 2. Los pies tablares producidos por hora hombre, medidos en BFT/HH. Y 3. Los ciclos de prensado en un turno estandarizado de 8 horas, medidos en ciclos o vueltas por turno.

Al analizar de forma descriptiva las variables: condiciones ambientales a través de la temperatura ambiental y humedad relativa, y la variable productividad a través de la calidad y la producción tenemos:

**Tabla 1. Resultados Pruebas de Chi-Cuadrado Asymp. Sig. (2-sided)**

Vi	Condiciones Ambientales	Vd	Productividad		
		Indicadores			
Indicadores		Porcentaje bloques reproceso, %	Tiempo prensa promedio, horas	Pie tablar por hora hombre, BFT/HH	Ciclos prensado turno, Ciclos/turno

**Tabla 1. Resultados Pruebas de Chi-Cuadrado Asymp. Sig. (2-sided),  
continuación**

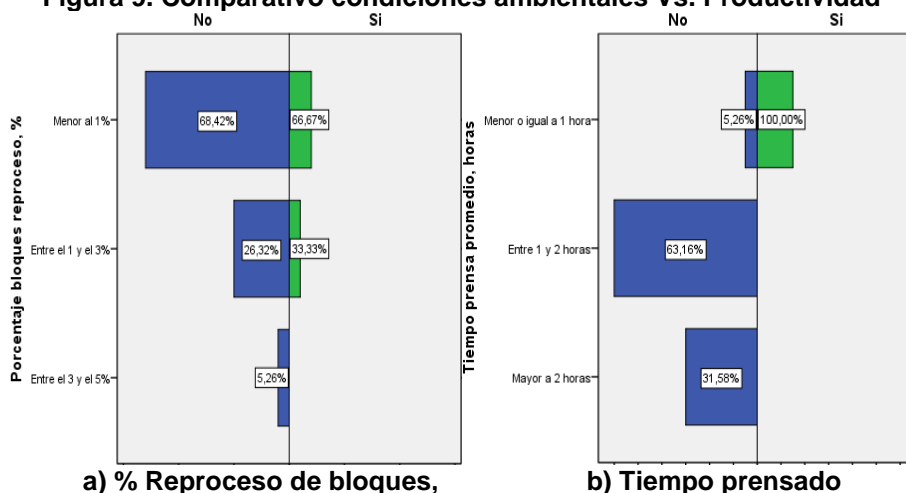
Ubicación Geográfica	0,393	0,034	0,298	0,024
Gestión Humedad Relativa	0,902	0,000	0,839	0,057
Gestión Temperatura Ambiente	0,902	0,000	0,839	0,057

La tabla 1 muestra los resultados de las pruebas de acerca de la relación entre las variables condiciones ambientales y productividad; el primero caracterizado por la gestión de la humedad relativa y la gestión de la temperatura ambiente y el segundo por los indicadores porcentajes de reprocesos, tiempo de prensado, pie tablar por hora hombre y cantidad de ciclos de prensado.

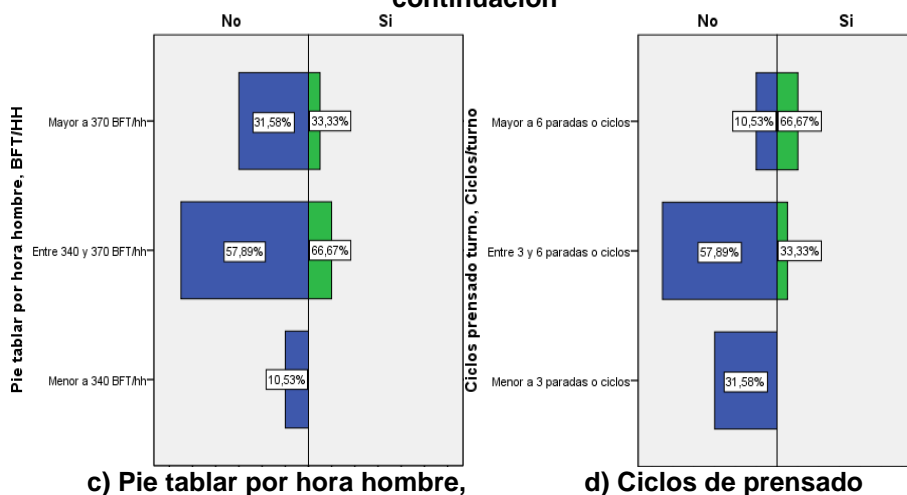
### 3.3 Comparativo entre empresas balseras

Los comparativos se efectúan tomando en cuenta que las empresas que dicen que si gestionan las condiciones ambientales se refieren a la temperatura ambiental y a la humedad relativa.

**Figura 9. Comparativo condiciones ambientales Vs. Productividad**



**Figura 9. Comparativo condiciones ambientales Vs. Productividad, continuación**



De la figura 9 se observa que la mayor parte de las empresas fabricantes de balsa independiente de la gestión de condiciones ambientales tienen un reproceso de bloques de balsa menor a 1%. Algo parecido se observa con la producción de pies tablares por hora hombre, en donde no se evidencia claramente que las empresas que no gestionan las condiciones ambientales sean las de menor productividad. En la parte b) de la figura se observa claramente que para este indicador las empresas que si gestionan las condiciones ambientales son las más productivas. Esto tiene una réplica parecida en la figura d) en donde se observa que las empresas que si gestionan las condiciones ambientales dan más vueltas o ciclos en su proceso de prensado de bloques.

#### 4. Discusión y conclusiones

La cantidad de empresas encuestadas en las tres provincias por su alta concentración en estas zonas geográficas representan más del 50% de las empresas balseras en el Ecuador; por lo tanto, los resultados de la presente investigación se pueden tomar como representativos de la población de empresa balseras en el Ecuador.

Al comparar la temperatura ambiental y humedad relativa de y entre las provincias analizadas tanto con las observaciones directas como con la información mostrada en el último anuario meteorológico del INAMHI se puede afirmar que existen diferencias considerables entre ellas. Por ejemplo, se observa que la temperatura ambiente se incrementa en promedio dos grados de una provincia a otra, a diferencia de la humedad relativa que tiene un valor mucho mayor en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

Casi una de cada diez empresas que fabrican balsa en el Ecuador gestionan sus condiciones ambientales, y esta gestión se la lleva a cabo de

diferentes métodos de control de estas. El método de control de la humedad relativa más usado es el uso de un espacio confinado con calentamiento por radiación. Esto se debe a que en las empresas asociadas el sector maderero usa mucha maquinaria para secado de madera como por ejemplo calderos. En cambio, cuando se trata de la gestión de la temperatura ambiental se observa más diversidad en los métodos de control de estas.

Se realiza una prueba estadística de relación entre todas las variables estudiadas y el resultado de ello es que se observa una significancia menor a 0.05 entre los cuatro indicadores y la ubicación geográfica y las condiciones ambientales, es decir que existe una relación entre estas variables. Esto se ve reflejado también cuando se hace la comparación entre las empresas que gestionan las condiciones ambientales de las que no.

Una de las conclusiones importantes a mencionar es que la ubicación geográfica, la temperatura ambiental y la humedad relativa tienen relación e influyen sobre la productividad de las empresas bajo los indicadores de medición tiempo de prensado y ciclos de prensado; no así, con los indicadores restantes. Por lo tanto, las empresas que gestionan estas variables son más productivas bajo la vista de los dos indicadores.

El porcentaje de bloques a reproceso en los procesos de encolado y prensado obedecen a factores distintos a las condiciones ambientales, estos pueden ser desviaciones en procesos anteriores como en el secado, pendulado, cepillado, corte, calificación, plantillado, etc. La productividad basada en los pies tablares hora hombre dependen no solamente de la efectividad de la maquinaria que efectúa presión sino también de la cantidad que se disponga de estos equipos; es decir, mientras más equipos de prensado tenga el personal de producción puede fabricar más pies tablares a pesar de las condiciones ambientales presentes.

Si comparamos la productividad bajo el criterio e indicador de tiempo de prensado las empresas que gestionan las condiciones ambientales son el doble de productivas que las que no gestionan las condiciones; es decir, por cada bloque hecho por una empresa que no gestiona las condiciones ambientales una empresa que si lo hace puede sacar dos bloques de balsa. Lo mismo sucede con las vueltas que da la prensa, en las empresas que existe gestión de las condiciones ambientales los equipos de prensado son capaces de dar el doble de vueltas que en las que no hay gestión. Esto conduce a que en una empresa balsera con gestión de condiciones ambientales necesitaría de la mitad de los equipos de prensado que una empresa que no gestiona para fabricar la misma cantidad de bloques en un turno de producción.

Bajo los análisis anteriores se demuestra que la productividad de las empresas que fabrican bloques de balsa en el Ecuador se puede mejorar a través de la gestión de las condiciones ambientales.

## **Referencias**

Abril, G. (2018). *Diseño de un Parque Eólico de 30 MW*. Universidad de Sevilla.  
AIMA. (2018). *CIFRAS DEL SECTOR DE TRANSFORMACION DE LA MADERA AÑO 2018*.



- Aristega, K., & Castro, A. (2017). *PLAN DE EXPORTACIÓN DE MADERA ASERRADA DE Balsa al Mercado de Valparaíso – Chile* (Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- BCE. (2019). *Boletín Anuario N°41 Cuentas Nacionales*.
- Caballero, M., Lozano, S., & Ortega, B. (2007). *Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático: una perspectiva desde las ciencias de la tierra*. 8(10), 11.
- Cánova, C. (2015). *ESTUDIO DE MEZCLAS DE REFRIGERANTES PARA UN CIRCUITO FRIGORÍFICO APLICADO A LA DESHUMIDIFICACIÓN DEL AIRE*. Universidad Politécnica de Cataluña.
- Carrasco, S. (2013). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA* (Quinta). Lima.
- Gonzalez, B., Cervantes, X., Torres, E., Sánchez, C., & Simba, L. (2010). CARACTERIZACIÓN DEL CULTIVO DE Balsa (*Ochroma pyramidale*) EN LA PROVINCIA DE LOS RÍOS - ECUADOR. *Ciencia y Tecnología*, 3(2), 7–11. Retrieved from [http://www.erevistas.csic.es/ficha\\_articulo.php?url=oai\\_revista718:65&oai\\_iden=oai\\_revista718](http://www.erevistas.csic.es/ficha_articulo.php?url=oai_revista718:65&oai_iden=oai_revista718)
- Guamangallo, J. (2002). *ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJERCITO ESPE – LATACUNGA Diseño Construcción y Operación de un Prototipo de Sistema " HVAC " Aplicación al Control de Flujo y temperatura*.
- Hernández, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta). México: McGraw-Hill Interamericana.
- INAMHI. (2017). *ANUARIO METEOROLÓGICO*. Retrieved from [http://www.serviciometeorologico.gob.ec/docum\\_institucion/anuarios/met\\_eorologicos/Am\\_2013.pdf](http://www.serviciometeorologico.gob.ec/docum_institucion/anuarios/met_eorologicos/Am_2013.pdf)
- ITC. (2019). Estadísticas del comercio para el desarrollo internacional de las empresas. Retrieved December 2, 2019, from <https://www.trademap.org>
- Jiménez Romero, E., Garcías Franco, L., Carranza Patiño, M., Carranza Patiño, H. M., Morante Carriel, J., Martínez Chévez, M., & Cuásquer Fuel, J. (2017). Germinación y crecimiento de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. en Ecuador. *Scientia Agropecuaria*, Vol. 8, pp. 243–250. scielo.
- José, E. J., Angélica, A. M., & Fernanda, R. M. (2006). La Productividad y sus Determinantes: El Caso de la Industria Colombiana. *Borradores de Economía*, 374, 35. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Loayza, M. (2017). *Proyecto de factibilidad para la creación de una productora y exportadora de bloques de balsa encolados hacia el mercado de China*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- Martínez, M., & Almeida, F. (2017). *CARACTERIZACIÓN DINÁMICA DE LA MADERA DE Balsa DE ECUADOR*. Universidad de las Fuerzas Armadas Espe.
- Molina, J. (2014). *Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa dedicada a la industrialización, procesamiento y exportación de la madera de balsa como bloques encolados, al mercado de los Estados Unidos de America, ubicada en el cantón de Santo Domingo de los T* (Universidad Politécnica Salesiana Ecuador).

- <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.39079>
- Pérez-Peña, N., Valenzuela, L., Díaz-vaz, J. E., & Ananías, R. A. (2011). Predicción del contenido de humedad de equilibrio de la madera en función del peso específico de la pared celular y variables ambientales. *Maderas: Ciencia y Tecnología*, 13(3), 253–266. <https://doi.org/10.4067/S0718-221X2011000300002>
- Prokopenko, J., & Internacional, O. (1989). *La Gestión de la Productividad*. Ginebra.
- Valencia, U. De. (1996). Indicadores de capital humano y productividad. *Revista de Economía Aplicada*, IV(1), 177–190. <https://doi.org/ISSN 1133-455X>
- Vásquez, E. (2004). La industria forestal del Ecuador. COMAFORS, Quito, Ecuador.
- Vera, Z. (2018). *LA COMPETITIVIDAD Y EXPORTACIÓN DE LA INDUSTRIA MADERERA DE Balsa, Ecuador PERÍODO 2010–2016*. Universidad de Guayaquil.
- Vignote, S., & Martínez, I. (2006). *Tecnología de la Madera* (Tercera). Madrid.